

Рис. 3. Зависимость интенсивности излучения от плотности тока для первой (а) и второй (б) серии образцов

Для первой серии была получена прямая зависимость интенсивности излучения от плотности тока анодирования и, соответственно, от пористости образца. Для второй серии зависимость не столь явная, однако тоже близка к ожидаемой [3].

Зависимости спектральных характеристик от пористости не наблюдалась. При этом спектр ФЛ образцов второй серии заметно отличается от первой, из чего следует, что спектральные характеристики определяются режимом анодирования и мало зависят от пористости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туркин, А. Н. Нитрид галлия как один из перспективных материалов в современной оптоэлектронике / А. Н. Туркин // Компоненты и технологии. — 2011. — №5. — С. 32–34.
2. Turner, D. Porous anodization of silicon / D. Turner // Electrochem.Soc.. — 1958. — Vol. 105. — P. 402–404.
3. Корсунская, Н. Е. Природа излучения пористого кремния, полученного химическим травлением / Н. Е. Корсунская // Физика и техника полупроводников. — 2010. — Т. 44, №1. — С. 82–86.

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ ИЗ РАСТВОРОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ В ОТВЕРСТИЯХ ПОЛУПРОВОДНИКА

Л. И. Степанова

НИИ физико-химических проблем БГУ, stepanova@bsu.by

Одним из основных направлений развития электронной промышленности на современном этапе является увеличение степени интеграции при критических размерах элементов интегральных схем на уровне 20 нм и менее. Общеизвестно, что дальнейшее увеличение степени интеграции в ближайшем будущем станет возможным за счет 3D (объемной, трехмерной) интеграции. Технология трехмерной сборки кристаллов является одним из наиболее перспективных методов, позволяющих снижать размеры микросхем за счет повышения плотности упаковки, увеличивать пропускную способность соединений внутри кристалла и уменьшать его энергопотребление. Среди известных методов 3D-интеграции особое место занимает вертикальная системная интеграция с формированием отверстий в кремнии, позволяющая осуществ-

лать более высокую плотность монтажа при сопоставимых размерах пластины, достигать большей функциональности и лучших характеристик. Процесс состоит из следующих этапов: 1) формирование отверстий; 2) заполнение отверстий токопроводящим металлом (путем напыления металлов, химического или гальванического осаждения металлов из растворов); 3) монтаж пластин друг на друга (совмещение и монтаж).

Альтернативой традиционно используемым для получения многослойных структур «кремний-металл» в электронной технике вакуумным методам нанесения пленок являются процессы химического или электрохимического осаждения металлов и сплавов из растворов, и в настоящее время их применение для осаждения пленок металлов в электронной технике становится все более актуальным в связи с дешевизной и простотой технологий, широкими возможностями регулирования микроструктуры пленок, получения наноструктурных и многослойных композиций с варьруемым составом.

Медь характеризуется высокой электропроводностью, хорошо сочетается с другими материалами, но вместе с тем обычно плохо связана с поверхностью полупроводника и склонна к диффузии в его объем, поэтому, как правило, её используют с адгезионно-барьерным подслоем. Ионы меди относительно просто восстанавливаются формальдегидом из щелочных растворов в процессах химического осаждения, поэтому при создании межсоединений путем химического восстановления ионов металлов из растворов медные покрытия являются предпочтительными.

В докладе представлены данные о влиянии состава раствора химического осаждения меди и условий проведения процесса на размер зерен меди и плотность их упаковки при осаждении на кремниевую подложку с предварительно нанесенными из растворов химического осаждения адгезионным слоем из сплава Ni-P и барьерным слоем из сплава Ni-W-P.

В процессах металлизации кремния авторами доклада использовались тартратные и трилонатные растворы химического меднения, в которые вводились стабилизирующе-модифицирующие соединения различного класса. Осаждение меди проводилось при повышенной (40-60 °C) температуре и в интервале pH 12.3-12.7. Толщина медного покрытия составляла не менее 200 нм, поскольку при такой толщине его электропроводность уже близка к электропроводности массивной меди.

Из приведенных на рис. 1 данных видно, что форма, размер, плотность упаковки зерен меди, из которых состоит покрытие, определяются условиями их осаждения. Анализ полученных данных позволил определить оптимальные условия формирования токопроводящих медных покрытий в отверстиях кремниевой подложки: достаточно равномерная, плотная пленка меди формируется при осаждении из трилонатных растворов при низкой концентрации ионов Cu(II), высоком содержании лиганда (в 2.5-5.0 раз выше концентрации соли меди) и наличии определенного комплекса стабилизирующе-модифицирующих добавок (рис.2, а-в). Осаждение меди в неоптимальных условиях приводит к формированию неодинаковых по толщине пленок на разных участках отверстий, что при длительном осаждении результируется в блокировании металлом «входа» в отверстие (рис. 2, г).

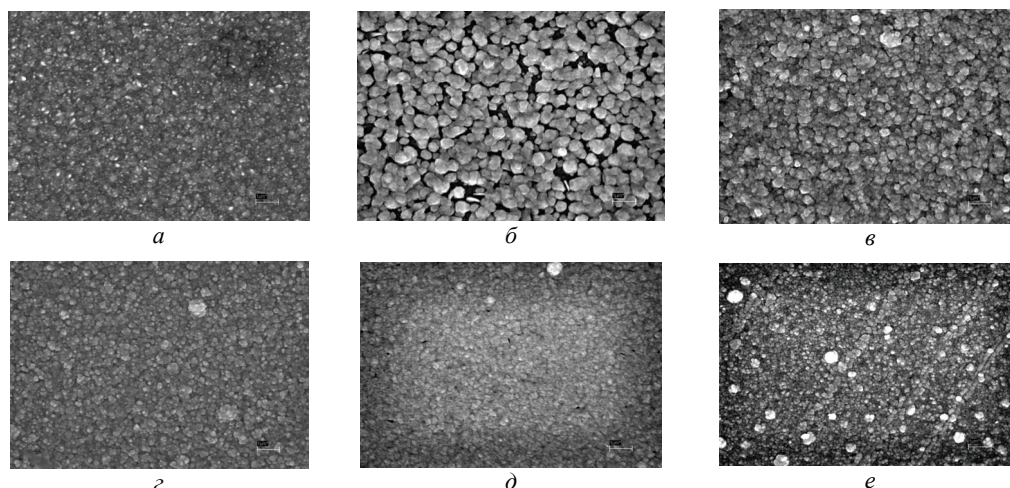


Рис. 1. Влияние состава раствора химического меднения на морфологию поверхности осажденных пленок меди. Соотношение соль меди: лиганд : 1:5 (а, б), 1:2.5 в-е). Лиганд тартрат (а), трилон Б (б-е). Добавки: ПАВ (з), полипропиленгликоль (д), полиэтиленгликоль (е). Длительность осаждения 10 мин, температура 40 (а) и 60 (б-е)°С

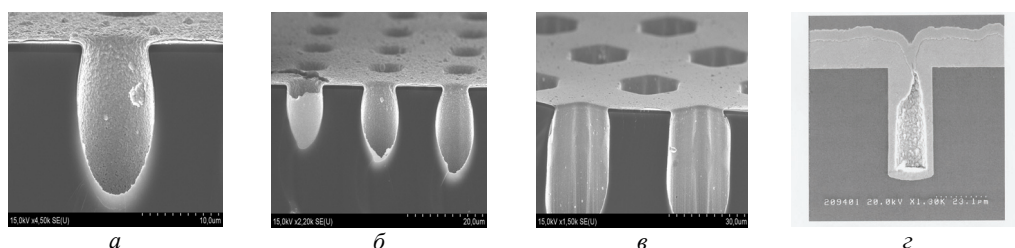


Рис. 2. ЭМ снимки сколов отверстий в кремниевых подложках с трехслойным покрытием: Ni-P—Ni-W-P—Cu. Медь осаждалась из трилонатного раствора с добавками бипиридила и ПАВ (а,б), бипиридила и полипропиленгликоля (в) при 60°С, тартратного (г) раствора без добавок при 40°С

ИЗМЕНЕНИЕ ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ИОННЫХ ПУЧКОВ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЧЕРЕЗ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КАПИЛЛЯРЫ

А. И. Урбанович

Белорусский государственный университет,
факультет прикладной математики и информатики, urbanovich@bsu.by

Транспортировка ускоренных ионных пучков через диэлектрические капилляры дала возможность получать ионные пучки малого поперечного сечения с небольшой расходимостью [1]. Процесс формирования ионного пучка в капилляре существенно зависит от многих факторов. Среди причин, приводящих к различным изменениям в структуре пучка, можно выделить четыре. Это явления, возникающие при вхождении ионного пучка в капилляр; процессы, происходящие в самом пучке; эффекты, возникающие в результате взаимодействия ионного пучка со стенками капилляра и,